

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-162192
(P2000-162192A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 29/14		G 0 1 N 29/14	2 G 0 4 7
G 0 1 H 11/06		G 0 1 H 11/06	2 G 0 6 4
G 0 1 M 3/02		G 0 1 M 3/02	G 2 G 0 6 7
3/24		3/24	A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-336745

(22) 出願日 平成10年11月27日 (1998. 11. 27)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 山田 龍三

愛知県知多市大草四方田48番地の1

(72) 発明者 堀尾 浩次

愛知県東海市加木屋町南施待18

(72) 発明者 冷水 孝夫

愛知県名古屋市中天白区表山2丁目311番地
八事サンハイツ501

(74) 代理人 100095669

弁理士 上野 登 (外1名)

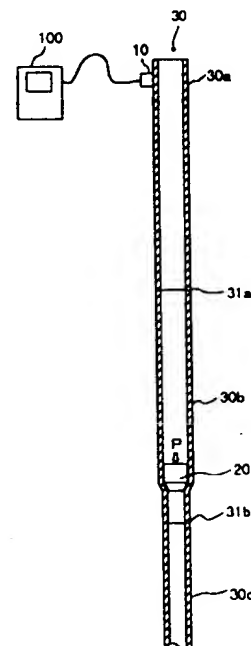
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 拡張時の品質監視方法

(57) 【要約】

【課題】 鋼管の拡張時に発生した品質異常の発生或いはその品質異常の程度を判定し、リモートで監視することができる拡張時の品質監視方法を提供することにある。

【解決手段】 拡張マンドレル20が鋼管30の内部を移動しながら拡張する際に、鋼管の振動を検出するAEセンサ10を鋼管に当接させて設け、AEセンサ信号の振幅が増大したこと、AEセンサ信号の振幅の増大した回数若しくはAEセンサ信号の振幅の増大した時間を検知し、その検知信号に基づいて、前記鋼管30の品質異常の発生若しくはその品質異常の程度を判定するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼管の拡張時に該鋼管の振動を検出するA Eセンサを鋼管に当接させて設け、拡張マンドレルが鋼管の内部を移動しながら拡張する際に、A Eセンサ信号の振幅が増大したこと、A Eセンサ信号の振幅の増大した回数若しくはA Eセンサ信号の振幅の増大した時間を検知し、その検知信号に基づいて前記鋼管の品質異常の発生を判定するようにしたことを特徴とする拡張時の品質監視方法。

【請求項2】 前記品質異常を判定した際に検知されるA Eセンサ信号の振幅の大きさ、A Eセンサ信号の振幅が増大した回数若しくはA Eセンサ信号の振幅の増大した時間に基づいて前記鋼管の品質異常の程度を判定するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の拡張時の品質監視方法。

【請求項3】 拡張マンドレルが鋼管の内部を移動しながら拡張する際に検出されるA Eセンサの信号を増幅すると共に、A Eセンサ信号の振幅の連続的な減少に応じて前記増幅の度合を高め、A Eセンサの振幅の連続的な増加に応じて前記増幅の度合を低下させるようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載される拡張時の品質監視方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、拡張時の品質監視方法に関し、特に長尺の鋼管等を拡張するときに鋼管の継目等に発生するクラックやピンホール等の品質異常を監視するのに好適な拡張時の品質監視方法である。

【0002】

【従来の技術】従来、鋼材による長尺管を拡張する際には、拡張マンドレルを使用して拡張することが行なわれている。これは、図1に示したように、長尺管30の一方の開口端より拡張マンドレル20を挿通し、所定の荷重Pを印加してこの拡張マンドレル20を長尺管30に押し込むことにより、長尺管30の内壁面を外方へ押し、拡張していくものである。

【0003】ところで、この拡張加工によって鋼管に例えばひび割れのような品質異常が発生する場合がある。特に、例えばメカジョイント、溶接又は拡散接合等による接合部分を有する鋼管の拡張においては、その接合部分に品質異常が発生しやすい。このような品質異常を検出するために、従来、例えば、超音波を被検査体に放射し欠陥面と端面との反射波の違いにより、内部欠陥を発見する超音波探傷法や、被検査体にX線を当てて、その透過放射線をフィルム感光させて、その感光像から欠陥を検出するX線探傷法といった非破壊検査が行なわれている。

【0004】しかし、これらの検査方法を行なうには検査装置の少なくとも一部分を検査したい部位に設置せなければならないという問題があり、これは、鋼管が長

くなるほど大きな問題となる。また、これらの検査方法では、拡張作業中の部位では行うことができず、少なくとも検査部位の拡張が終了した後に行なわなければならないという問題もあった。即ち、従来の検査方法では、拡張をした後に、検査する部位に検査装置の少なくとも一部を設置して検査を行なう必要があった。

【0005】一方、従来、地下の石油等を吸い上げるための油井用パイプを設置するにあたり、その埋設コストを下げるため、径の比較的小さい鋼管を地中に挿入した後、拡張マンドレル等を高圧で後方からの押圧により挿通させて拡張する技術が知られている。このように拡張された鋼管を従来の方法で検査するためには、該鋼管は地中に埋設されているため、鋼管の外壁面に検査装置等を設置することが困難であり、検査装置を鋼管の外壁に沿って長さ方向に移動させることは更に困難であったため、鋼管の内部を検査装置を移動させて検査する必要があるが、拡張後であってもその管径は小さく、またその全管長は数キロメートルに及ぶこともあるため、鋼管全体について従来の方法で品質異常の検査をすることは非常に困難であるという問題があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の解決しようとする課題は、鋼管の拡張作業中に監視装置が静止した状態で鋼管の品質異常を判定することができ、品質監視装置から離れた部位の品質異常の発生又は程度を判定することができ、かつ、該鋼管の品質異常発生とほぼ同時にその発生を検出することができる拡張時の品質監視方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明に係る拡張時の品質監視方法は、鋼管の拡張時に該鋼管の振動を検出するA Eセンサを鋼管に当接させて設け、拡張マンドレルが鋼管の内部を移動しながら拡張する際に、A Eセンサ信号の振幅が増大したこと、A Eセンサ信号の振幅の増大した回数若しくはA Eセンサ信号の振幅の増大した時間を検知し、その検知信号に基づいて前記鋼管の品質異常の発生を判定するようにしたことを要旨とするものである。

【0008】このように行なう本発明の拡張時の品質監視方法によれば、拡張マンドレルが鋼管の内部を移動しながら拡張する際の鋼管面及び鋼管内部に発生する振動を、鋼管に設置されたA Eセンサによって検出し、前記A Eセンサ信号の振幅が増大したことを検知した場合に品質異常が発生したと判定し、前記A Eセンサの信号の振幅が増大した回数が予め設定した回数に達したことを検知したときに品質異常が発生したと判定し、若しくは、前記A Eセンサの信号の振幅が増大した時間が予め設定した時間以上になったことを検知した場合に品質異常が発生したと判定するものである。

【0009】また、請求項2に記載の発明のように、前

記品質異常を判定した際に検知されるAEセンサ信号の振幅の大きさ、AEセンサ信号の振幅が増大した回数若しくはAEセンサ信号の振幅の増大した時間に基づいて前記鋼管の品質異常の程度を判定するようにすれば、前記AEセンサ信号の振幅の大きさに基づいて前記鋼管の品質異常の程度を判定でき、前記AEセンサ信号の振幅が増大した回数に基づいて前記鋼管の品質異常の程度を判定することができ、若しくは、AEセンサ信号の振幅の増大した時間に基づいて鋼管の品質異常の程度を判定することができる。

【0010】更に、請求項3に記載の発明のように、拡張マンドレルが鋼管の内部を移動しながら拡張する際に検出されるAEセンサの信号を増幅すると共に、AEセンサ信号の振幅の連続的な減少に応じて前記増幅の度合を高め、AEセンサの振幅の連続的な増加に応じて前記増幅の度合を低下させるようにすると良い。

【0011】このように行なう本発明の請求項3に記載の拡張時の品質監視方法によれば、拡張マンドレルが鋼管の内部を移動しながら拡張する際に検出されるAEセンサの信号を増幅すると共に、拡張により発生する振動がAEセンサまで伝搬することによって生じる減衰が大きくなると前記増幅の度合を増加させ、前記減衰が低下すると前記増幅の度合を減少させるように調整するので、拡張により発生する振動がAEセンサまで伝搬することによって生じる減衰が補正され、該補正されたAEセンサ信号に基づいて品質監視が行なわれる。

【0012】ここで、増幅の度合の変化をAEセンサ出力振幅の連続的な減少又は連続的な増加に応じて行なうこととしているのは、拡張により発生する振動の大きさが比較的安定しておりAEセンサの出力振幅が連続的に変化する部位の拡張振動を基準とすることを意味し、例えば、異常発生時のAEセンサ信号振幅の変化のように非連続的な振幅変化については前記増幅度を追従させないことを意味する。このように非連続変化部分を除いたAEセンサ信号振幅の変化に基づいて補正をすることにより、品質異常等が発生して監視時刻のAE信号振幅が一時的に増大又は減少しても誤った補正をすることなく、減衰を適確に補正する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の好適な実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明に係る鋼管の拡張時の品質監視方法の概念を説明するために示した概略構成図である。長尺管30については、断面を示している。該長尺管30は、比較的短い鋼管30a、30b、30c・・・が接合部31a、31b・・・において接合されたものである。図においては、鋼管の3本分しか示されていないが、更に下方に続いている。

【0014】拡張マンドレル20は図示のようにテーパ部分と円柱部分とを有し、後方（図面においては上方）

から荷重Pを負荷され、前方（図面においては下方）に進行しながら前記テーパ部分により長尺管の内壁面を半径方向外方に押し広げて、前記長尺管30を拡張するものである。AEセンサ10は長尺管の外側面に接触する状態で設置され、前記拡張が行われているときの該外側面の振動を信号に変換するものであり、監視装置本体100に接続されて該信号を出力する。

【0015】図2は、本発明に適用される品質監視装置の信号処理構成例を示す制御ブロック図である。（a）に示す品質監視装置本体100においては、AEセンサ10は絶対値処理部101に接続され、絶対値処理部101は比較処理部103に接続され、異常判定基準値設定部102も比較処理部103に接続され、比較処理部103は告知手段110に接続される。

【0016】前記絶対値処理部101はAEセンサ10の出力信号の直流分を取り除き絶対値化した信号を出力する。前記異常判定基準値設定部102はAEセンサ10の信号振幅の大きさを判断するための閾値である異常判定基準値 $Th1$ を設定する部分であり、異常判定基準値 $Th1$ は、異常なく拡張が行なわれている時のAEセンサ信号振幅と品質異常が発生したときAEセンサ信号振幅との間の値になるように設定されればよい。

【0017】例えば、基準値設定つまみを設けて拡張対象の鋼管の種類に応じて予め実験的に得られた異常判定基準値を操作者が設定するようにしても良いが、ここでは、該長尺管30の拡張加工を始めた初期段階の時刻 t_s のAEセンサ信号振幅 A_s に予め設定した係数 $k1$ （但し、 $k1 > 1$ ）を乗じた値を自動的に設定する様にする。

【0018】前記比較処理部103は、絶対値処理部101から入力される信号を前記異常判定基準値 $Th1$ と比較して、絶対値処理部101の信号が異常判定基準値 $Th1$ を超えた場合に高値発生信号を出力する。告知手段110は、前記高値発生信号が入力されたときに、品質異常が発生したものと判定し、その旨を音声或いは表示によって操作者に通知する。

【0019】このようにして、（a）に示すように構成される品質監視装置本体100によって品質監視をすれば、AEセンサ10の信号は直流分を除去され整流され振幅を取得されて、AEセンサ10の信号振幅が異常判定基準値を超えた場合に異常発生が告知される。

【0020】（b）に示す品質監視装置本体100は、図からもわかるように、前記（a）に示す品質監視装置の構成の比較処理部103と告知手段110との間にパルス計数部104が介設されたものである。パルス計数部104は、比較処理部103及び告知手段110と接続される。そして、比較処理部103から受けた前記高値発生信号の回数を計数し、その回数が予め設定した回数以上になった場合には、品質異常発生信号を出力する。ここでは、高値発生信号の発生回数が2回以上になった

ときに、品質異常発生信号を出力することにする。

【0021】従って、(b)に示すように構成される品質監視装置本体100によって品質監視をすれば、AEセンサ10の信号は直流分を除去され整流されてその振幅を取得されて、AEセンサ10の信号振幅が異常判定基準値を超えた回数が2回以上の場合に、品質異常発生旨が告知される。

【0022】更に、この場合に、パルス計数部104は、前記品質異常発生信号に加えて、高値発生信号の回数を告知手段110に伝送し、告知手段110は品質異常発生旨及び高値発生信号の回数に応じた品質異常の程度を告知するように構成しても良い。例えば、高値発生回数そのものを告知するようにしても良いが、ここでは、2回ないし3回の場合には異常の程度が「弱」である旨を、4回ないし5回の場合には異常の程度が「中」である旨を、6回以上場合には異常の程度が「強」である旨を告知するようにする。

【0023】(c)に示す品質監視装置本体100は、(a)に示す品質監視装置にピーク値検出部107を増設したものである。ピーク値検出部107には絶対値処理部101の出力及び比較処理部103の出力が入力されると共に、告知手段110に接続される。ピーク値検出部107は、前記比較処理部103から前記高値発生信号が出力された場合に、そのときの絶対値処理部101の出力のピーク値を保持し、前記告知手段110に出力する。

【0024】そして、告知手段110は、品質異常の発生旨及び前期ピーク値に基づいて品質異常の程度を告知する。例えば、ピーク値の大きさそのものを告知するようにしても良いが、ここでは、ピーク値の大きさにより異常の程度を「強」、「中」又は「弱」に判別し、その判別結果を告知するようにする。

【0025】(c)に示すように構成される品質監視装置本体100によって品質監視をすれば、AEセンサ10の信号は直流分を除去され整流されて振幅を取得されて、AEセンサ10の信号振幅が異常判定基準値 T_{h1} を超えた場合には、異常発生旨と該品質異常が発生したときのAEセンサ信号振幅のピーク値に基づく品質異常の程度とが、音声又は表示によって通知される。

【0026】(d)に示す品質監視装置本体100は、(a)に示す品質監視装置の絶対値処理部101と比較処理部103との間に包絡線検波部106を増設し、比較処理部103と告知手段110との間にパルス幅判定部108を増設したものである。前記包絡線検波部106は、絶対値処理部101の出力信号の各極大値を結ぶ包絡線信号を出力し、比較処理部103に伝達する。比較処理部103は、包絡線検波部106の出力が前記異常判定基準値 T_{h1} よりも大きい時に高値発生信号を告知手段110に出力する。パルス幅判定部108は前期高値発生信号の時間が所定の時間よりも長いときには、

異常発生旨及び前記高値発生時間の長さを告知手段110に伝達する。

【0027】そして、告知手段110は、品質異常の発生旨及び前記高値発生信号時間の長さに基づいて品質異常の程度を告知する。例えば、前記高値発生信号時間の長さそのものを告知するようにしても良いが、ここでは、前記高値発生信号時間の長さにより異常の程度を「強」、「中」又は「弱」に判別し、その判別結果を告知するようにする。

【0028】(d)に示すように構成される品質監視装置本体100によって品質監視をすれば、AEセンサ10の信号から直流分を除去され整流された信号の包絡線強度が異常判定基準値を超えた時間を計測し、該時間が所定の時間よりも長い場合に、異常発生旨と包絡線強度が異常判定基準値 T_{h1} を超えた時間に基づく品質異常の程度とが、音声又は表示によって通知される。

【0029】図3は、図2(a)、(b)及び(c)に共通する各処理部の信号波形を概念的に示した図である。図3は、具体的には、図1に示す品質監視構成において、拡張時に接続部31bで品質異常が発生した場合の品質監視装置本体100の各部で出力される波形を示したものであり、(a)はAEセンサ10の出力信号を示し、(b)は絶対値処理部101の出力信号を示し、(c)は比較処理部103の出力信号を示す。

【0030】(a)に示す波形を順に説明する。時刻 t_0 に拡張マンドレル20の進行によって拡張加工が開始すると、該進行時の拡張マンドレル10と長尺管30との摩擦による振動及び拡張による塑性変形等によって生じるいわゆるアコースティックエミッション(AE)による振動等(以下、これらをまとめて拡張振動という。)が発生する。この拡張振動は品質異常が発生していない場合には、比較的弱い弾性波である。従って、鋼管30aの拡張中である時刻 t_0 から t_1 までの時間には、AEセンサ10は比較的小さい振幅の信号波形を出力する。

【0031】次に、接合部31aの拡張をする時刻 t_1 から t_2 の時間は、該接合部31aは例えばメカジョイント、拡散接合、溶接等により接合されており、その硬度が鋼管30aよりも高いため拡張マンドレル20の進行が遅くなり、前記拡張振動は、更に弱い振幅の振動となるため、この時間はAEセンサ10は時刻 t_0 から t_1 よりも小さい振幅の信号波形を出力する。鋼管30bを拡張する時刻 t_2 から t_3 までの時間には、前記時刻 t_0 から t_1 までの時間と同様に、AEセンサ10は比較的弱い振幅の信号波形を出力する。

【0032】そして、次の接合部31bの拡張中にひび割れが発生すると、その破壊によりエネルギーが発散され比較的大きな振幅の弾性波が生じる。AEセンサ10は該弾性波を含む拡張振動を検出して、時刻 t_3 から t_4 の時間には、比較的大きな振幅の信号波形を出力す

る。以降、図からわかるようにAEセンサ10は、鋼管31cを拡張する時刻t4からt5の時間には比較的小振幅の信号波形を、図示しないその次の接合部を拡張する時刻t5からt6の時間は更に小さい振幅の信号波形を出力する。

【0033】一方、絶対値処理部101の出力波形は、(a)に示すAEセンサ出力の直流分を除去し絶対値化したものであり、(b)に示す如き波形となる。また、比較処理部103は、前記絶対値処理部101の出力信号を前記のように設定された異常判定基準値TH1と比較して、該基準値TH1よりも大きいときには「Hi」を出力し、該基準値よりも小さいときには「Lo」を出力する。

【0034】従って、比較処理部103は、(b)に示す絶対値処理部101の出力信号が入力されると、

(c)に示す波形を出力する。時刻t0からt3の時間は、絶対値処理部101からは前記異常判定基準値TH1よりも大きな入力がないので出力は「Lo」のままである。次に、前記のように時刻t3からt4の時間にひび割れが発生するので、(b)に示すように、前記異常判定基準値TH1よりも大きな振幅の信号が入力され、

(c)において時刻t3からt4の時間に、パルスP1からP3を出力する。続いて、時刻t4からt6の時間は、前記基準値TH1よりも大きな入力がないので、再び「Lo」のままである。

【0035】図2の(a)ないし(c)の構成を有する品質監視装置本体100の夫々は、これらの図3(a)ないし(c)に示す出力信号に基づいて、次のように処理をする。図2(a)に示す品質監視装置本体100は、比較処理部103から「Hi」のパルスが出力されたので、告知手段110へ異常発生信号を発し、告知手段110が異常の発生を告知する。

【0036】図2(b)に示す品質監視装置本体100は、比較処理部103から出力されるパルスの回数が3回であり、2回以上に該当するので品質異常発生を告知する。また、高値発生信号であるパルスの回数の3回に対応する品質異常の程度を告知するようにしても良い。

【0037】図2(c)に示す品質監視装置本体100においては、ピーク値検出部107は、比較処理部103から「Hi」信号が3回出力されるので、夫々のパルス発生時の絶対値処理部101の出力のピーク値PK1ないしPK3を検出し、告知手段110に異常発生信号及びピーク値PK1ないしPK3を伝える信号を伝送する。告知手段110は、品質異常の発生及び前記ピーク値PK1ないしPK3に対応する品質異常の強弱の程度を、音があるいは表示により告知する。

【0038】図4は、図2(d)の各処理部の信号波形を概念的に示した図である。図4は、具体的には、図1に示す品質監視構成において、拡張時に接続部31bで

品質異常が発生した場合の品質監視装置本体100の各部で出力される波形を示したものである。(a)はAEセンサ10の出力信号を示し、その波形は図3(a)に等しい。(b)は絶対値処理部101の出力信号を示し、その波形は図3(b)に等しい。(c)は包絡線検波部106の出力波形を示している。

【0039】図2の(d)の構成を有する品質監視装置本体100は、図4に示す信号に基づき、次のように品質異常を検出する。比較処理部103及びパルス幅判定部108により包絡線強度の推移を判定し、該包絡線強度が前記異常判定基準値Th1よりも大きい時間(比較処理部103が前記高値発生信号を出力する時間であり、図においてTで示される。)が所定の時間よりも長い場合に、告知手段110に異常発生信号及び前記時間Tを伝える信号を伝送する。告知手段110は、品質異常の発生及び前記時間Tに対応する品質異常の強弱の程度を、音があるいは表示により告知する。

【0040】図5は、図2(a)～(d)に示した鋼管品質監視装置以外の処理構成例を示す制御ブロック図である。AEセンサ10は、前記長尺管30に着設され、長尺管30の表面の振動を信号に変換し出力する。絶対値処理部101は、AEセンサ10の出力信号の直流分を除去した信号の絶対値を増幅処理部105及び包絡線検波部106に出力する。

【0041】増幅処理部105は絶対値処理部101の出力を増幅する部分であるが、その際に、AEセンサに届く弾性波の減衰を補正するために、包絡線検波部106の出力に基づいて、該増幅度を任意の時刻tの該包絡線強度Atに反比例する様にしている。従って、拡張初期の時刻tsの包絡線の強度Asを基準として、監視時刻tの増幅度は、 As/At に設定する。

【0042】包絡線検波部106は、絶対値処理部101の出力信号の各極大値を結ぶ包絡線に所定の処理をした信号を出力し、増幅処理部105に伝達する。ここでは、後に詳述するように、母体となる鋼管30a、30b、30c・・・の拡張時であり異常が発生していない時のAEセンサ出力の振幅を前記増幅度補正の指標とするように、包絡線を処理して増幅処理部105に出力する。

【0043】異常判定基準値設定部102は、増幅処理部105の出力信号の振幅の大きさを判断するための閾値である異常判定基準値Th2を設定する部分である。異常判定基準値設定部102は該長尺管30の拡張加工を始めた初期の時刻tsの包絡線検波部106の出力の振幅Asに予め設定した係数k2(但し、 $k2 > 1$)を乗じた値を自動的に設定する。

【0044】前記比較処理部103は、増幅処理部105から入力される信号を前記異常判定基準値Th2と比較して、増幅処理部105の信号が異常判定基準値Th2を超えた場合に高値発生信号を出力する。告知手段110

10は、前記高値発生信号が入力されたときに、品質異常が発生した旨を音声或いは表示によって操作者に通知する。

【0045】図6及び図7は、図5に示す各処理構成部の出力を概念的に示した波形図である。具体的には、図1に示す構成で長尺管30の拡張を行なう、接合部32bでひび割れが発生した場合における、図5に示す処理構成の各部の出力波形図である。

【0046】図6(a)に示す信号は、AEセンサ10が長尺管の振動を信号化したものである。この波形は、図3(a)に示す波形と同じであり、全く同様に推移する。即ち、鋼管30aの拡張を行なう時刻t0からt1までは比較的小さい振幅の信号が出力され、接合部31aの拡張をする時刻t1からt2の間は、時刻t0からt1よりも小さい振幅の信号波形を出力する。

【0047】続いて、鋼管30bの拡張を行なう時刻t2からt3までの時間には、前記時刻t0からt1までの時間と同様に、AEセンサ10は比較的弱い振幅の信号波形を出力し、接合部31bの拡張中でありひび割れが発生する時刻t3からt4の間には、比較的大きな振幅の信号波形を出力する。以降、鋼管30cの拡張を行なう時刻t4からt5の間には比較的小振幅の信号波形を、図示しないその次の接合部を拡張する時刻t5からt6の間は更に小さい振幅の信号波形を出力する。

【0048】図6(b)に示す波形は、絶対値処理部101の出力信号であり、AEセンサ10の出力信号の直流分を除去した信号を絶対値化したものである。図6(c)に実線で示す波形は、包絡線検波部106の出力信号であり、絶対値処理部101の出力の包絡線を次のように処理したものである。

【0049】即ち、時刻t1から時刻t2、時刻t3から時刻t4及び時刻t5からt6の時間は、長尺管の接合部31a、31b、31c・・・の拡張を行なっている時間又は異常が発生している時間の該包絡線は図6

(c)に破線で示す波形になるが、これらの時間については該破線で示す波形を出力せず、その前、後又は前後の時間の包絡線強度の変化から補間した値(図中実線で示す)を該当時刻の包絡線強度 A_t として出力することにする。

【0050】例えば、前記基準の包絡線の推移から求めた予測値と実際の計測値との差又は比が所定の範囲を超えた場合には、該実測値の代わりに該予測値をもちいるようにすればよい。このようにすれば、接合部の拡張時及び品質異常発生時の包絡線強度は母体の鋼管の拡張時の包絡線強度の推移から予測される値を大きく外れるので、これらの時刻の包絡線強度の代わりに前記予測値が使用される。

【0051】図7(a)は、増幅処理部105の出力信号である。この出力は、増幅処理部105が、AEセン

サに届く弾性波の減衰を補正するために、図6(c)に実線で示す包絡線検波部出力の強度に反比例する増幅度で、絶対値処理部101が出力する図6(b)に示す信号を増幅した結果である。図からもわかるように、増幅処理部105は絶対値処理部101の信号を増幅する度合を、拡張中の部位からAEセンサの距離が離れるに応じて高め、拡張による弾性波の減衰を適確に補正して出力する。

【0052】図7(b)は比較処理部103の出力信号を示す。比較処理部103は増幅処理部の出力が前記異常判定基準値 $Th2$ を超えると「Hi」信号を出力するので、時刻t3から時刻t4の時間に、高値発生信号であるパルス信号P1乃至P3を出力する。告知手段110は、該高値発生信号を受けて、品質異常の発生を音声又は表示により通知する。

【0053】更に、前記比較回路部103と前記告知手段110との間に、パルス計数処理部を設け、比較処理部103からの前記高値発生信号の回数を計数し、その回数を告知手段110に伝え、告知手段110は品質異常発生旨及び高値発生信号の回数に応じた品質異常の程度を告知するようにしてもよい。

【0054】一方、前記比較回路103からの高値発生信号が出力されたときに、その直後の増幅回路出力の極大値を検出し、その値を告知手段に伝えるピーク値検出部を設け、告知手段110は品質異常発生旨及び該ピーク値の大きさに応じた品質異常の程度を告知するようにしてもよい。

【0055】図8は、鋼管を実際に拡張してひび割れが発生したときの各処理部の出力波形図である。具体的には、図1及び図2(a)に記載の構成によって、本発明による品質監視を実際に行なった場合の出力波形図である。(a)において、時刻t1前後、時刻t2前後、時刻t3前後に発生する大きな振幅の出力波形は、これらの時刻に、ひび割れが発生したために生じたものである。

【0056】図からもわかるように、前記異常判定基準値設定部102が、前記異常判定基準値 $Th1$ を拡張初期の時刻 t_s におけるAEセンサの振幅 A_s の5倍の値に設定すると、比較処理部103は(b)に示すように前記高値発生信号であるパルス信号を時刻t1付近に1回、時刻t2付近に2回、時刻t3に3回発生する。従って、告知手段110は、これらの時刻t1、t2又はt3に異常発生旨を告知する。

【0057】本発明は、前記した実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の改変が可能である。例えば、監視対象となる鋼管は接合部を有するものに限られないことは、言うまでもない。AEセンサの取付位置は鋼管の側面に限られず、端面に取り付けてもよい。また、前記実施の形態では、拡張マンドレルをテーパー部分を有する拡張マンドレルと

したが、これに限られるわけではなく、例えば、マンドレルの外側面に拡張ローラを有し、該拡張ローラにより鋼管内壁を半径方向外方に押し広げて拡張を行なう構成の拡張マンドレルとしても良い。

【0058】一方、前記異常判定基準値の設定についても実施の形態で例示した処理に限らず、異常なく拡張が行なわれている時の判定対象となる信号の振幅と品質異常が発生した時の判定対象となる信号の振幅との間の値になるように設定すればよい。更に、前記実施の形態において、アナログ信号処理により行なっている処理を、デジタル信号処理により行なうようにしてもよい。例えば、絶対値処理部101或いは増幅処理部105の後にA/Dコンバータを設けてその出力をデジタル信号に変換し、以降の処理をデジタル信号処理により行なうようにしてもよい。

【0059】

【発明の効果】本発明の請求項1に記載の拡張時の品質監視方法によれば、拡張マンドレルが移動して拡張をするときには、常に拡張部位で振動が発生しており、鋼管に品質異常が発生した際には、AEセンサ信号振幅がその前後の時刻の振幅よりも大きくなることを利用したものであり、品質監視のために特別に励振装置、照射装置等を設けることなく拡張時の品質異常の発生を判定することが可能であるという効果を有する。

【0060】また、かかる拡張装置が移動及び拡張するときに発生する振動は、拡張している部位から離れた位置にあるAEセンサまで鋼管を伝搬して届くので、監視装置全体が一定の場所に静止した状態で拡張時の品質監視を行なうことが可能であり、かつ、長尺の鋼管の拡張時の品質監視が可能であるという効果を有する。更に、該振動が伝搬する速度は非常に速いので、拡張によって例えばひび割れ等の品質異常が発生したときには、発生とほぼ同時に品質異常の発生又はその品質異常の程度を検出することが可能である。

【0061】更に、請求項2に記載の拡張時の品質監視方法によれば、請求項1に記載の品質監視方法の効果に加えて、品質監視のために特別に励振装置、照射装置等を設ける必要がなく、監視装置全体が一定の場所に静止した状態で、品質異常の発生とほぼ同時に、品質異常の程度を判定することができるという効果を奏する。

【0062】また、請求項3に示す拡張時の品質監視方法によれば、AEセンサ信号の振幅の連続的な減少に応じてAEセンサの増幅の度合を高め、AEセンサの振幅の連続的な増加に応じてAEセンサ信号の増幅の度合を低下させるようにしたので、拡張によって生じる弾性波がAEセンサに届くまでの減衰を高い精度で補正することができ、該AEセンサ信号を用いて行なう処理の確実性及び信頼性を高めることができるという効果を有する。

【0063】例えば、拡張マンドレルがAEセンサから

離れている場合にはAEセンサ信号の低下が補正されるので、より長尺の鋼管においても確実性の高い品質異常の発生判定及び品質異常の程度の判定が可能になる。また、伝搬距離の変動によるAEセンサ信号振幅の変動が小さくなり、品質異常の発生判定及び品質異常の程度の判定の感度が安定するので、これらの判定の信頼性を高めた拡張時の品質監視方法が提供されることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る鋼管の拡張時の品質監視方法の概念を説明するために示した概略構成図である。

【図2】本発明に適用される鋼管品質監視装置の信号処理構成例を示す制御ブロック図である。

【図3】図2(a)、(b)及び(c)に共通する各処理部の信号波形を概念的に示した図であり、(a)はAEセンサの出力信号、(b)は絶対値処理部の出力信号、(c)は比較処理部の出力信号を示す波形図である。

【図4】図2(d)の各処理部の信号波形を概念的に示した図であり、(a)はAEセンサの出力信号、(b)は絶対値処理部の出力信号、(c)は包絡線検波部の出力信号を示す波形図である。

【図5】図2(a)～(d)に示した鋼管品質監視装置以外の処理構成例を示す制御ブロック図である。

【図6】図5に示す鋼管品質監視装置における各処理構成部の出力を概念的に示した波形図であり、(a)はAEセンサの出力信号、(b)は絶対値処理部の出力信号、(c)は包絡線検波部の出力信号を示す波形図である。

【図7】図5に示す鋼管品質監視装置における各処理構成部の出力を概念的に示した波形図であり、(a)は増幅処理部の出力信号、(b)は比較処理部の出力信号を示す波形図である。

【図8】鋼管を実際に拡張してひび割れが発生したときの各処理部の出力波形図であり、(a)は絶対値処理部の出力波形図、(b)は比較処理部の出力波形図である。

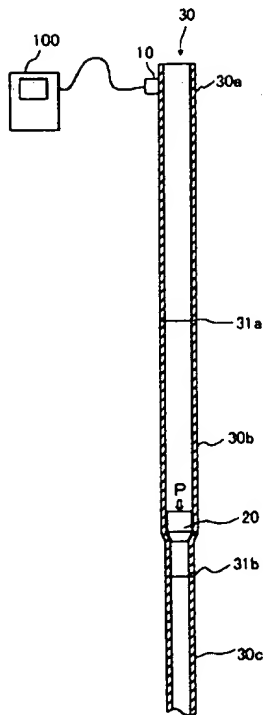
【符号の説明】

- 10 AEセンサ
- 20 拡張マンドレル
- 30 長尺管
- 30a、30b、30c、・・・ 鋼管
- 31a、31b、・・・ 接合部
- 100 品質監視装置本体
- 101 絶対値処理部
- 102 異常判定基準値設定部
- 103 比較処理部
- 104 パルス計数部
- 105 増幅処理部
- 106 包絡線検波部

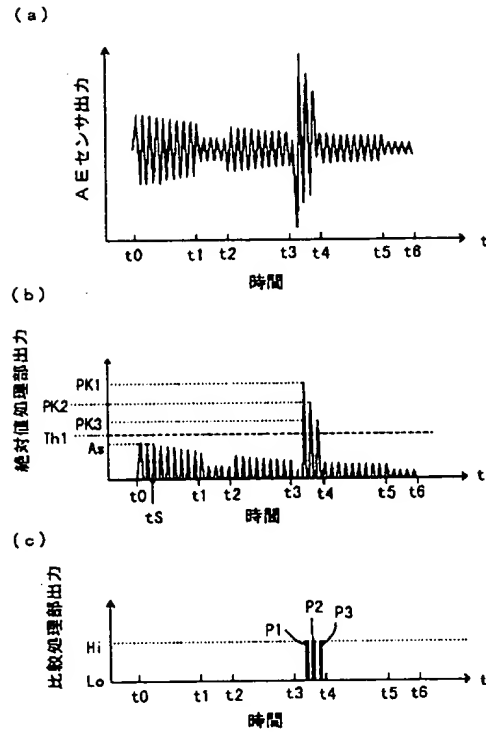
107 ピーク値検出部
108 パルス幅判定部

110 告知手段

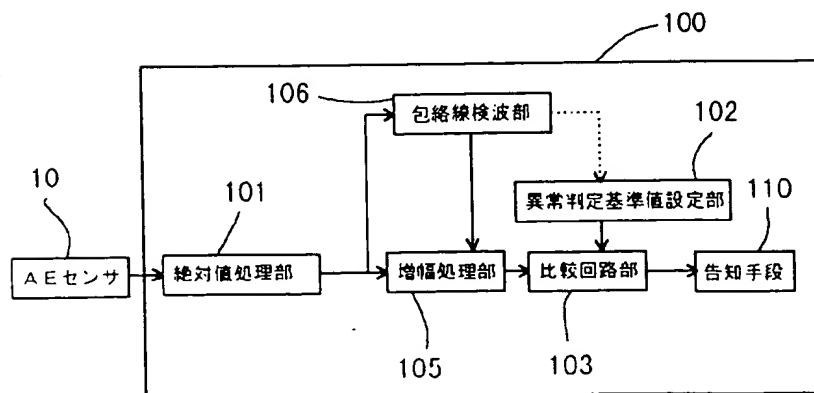
【図1】



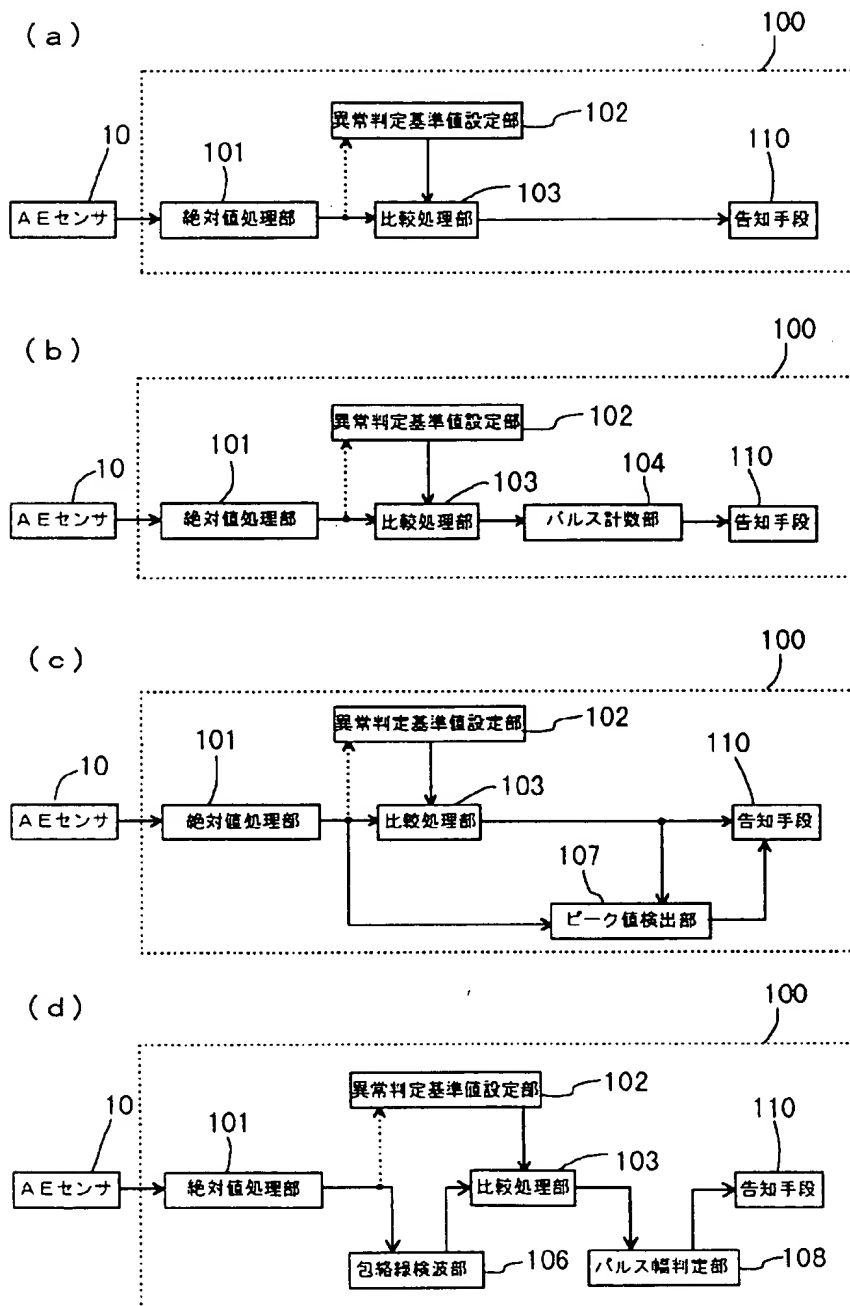
【図3】



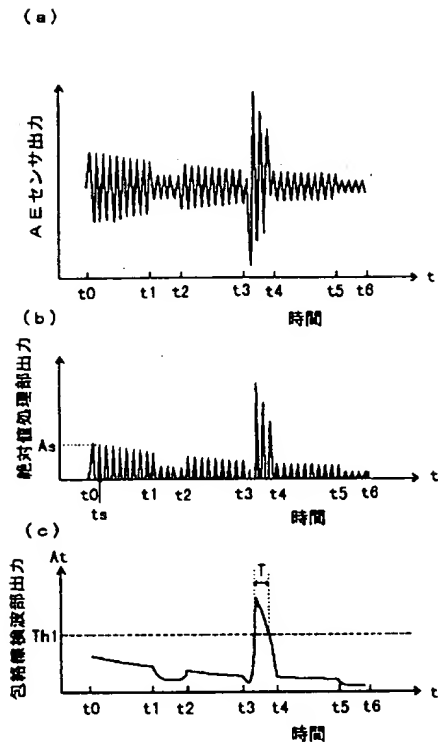
【図5】



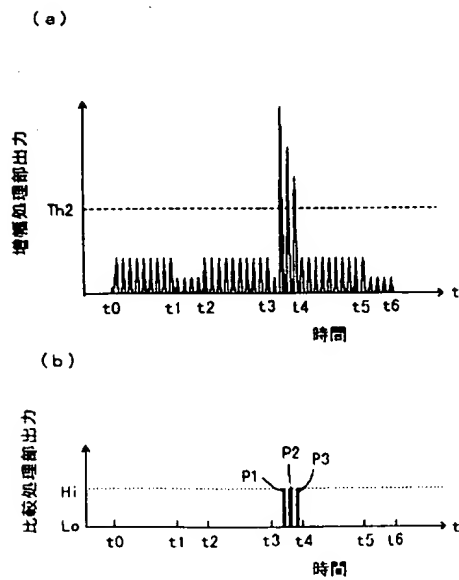
【図2】



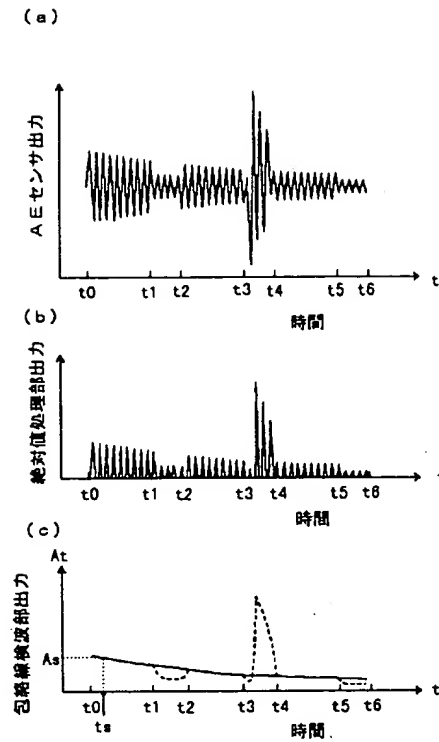
【図4】



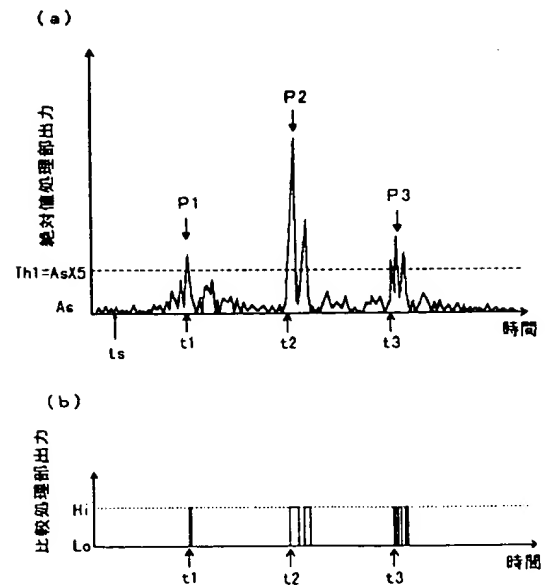
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

ドクターム(参考) 2G047 AA07 AB01 AD08 BA05 BC00
BC03 BC07 EA10 EA11 GF06
GF10 GG06 GG09 GG24 GG30
GG33 GG41
2G064 AA04 AB02 AB05 AB08 CC16
CC22 CC26 CC28 CC46 CC54
2G067 AA12 DD13 DD27